

# Семь инструментов управления качеством

# ***Инструменты управления качеством***

- Лист сбора данных
- Причинно-следственная диаграмма
- Карты управления качеством
- Гистограмма
- Диаграмма Парето
- Диаграмма корреляции
- *Стратификация (расслоение данных)*
- *Диаграмма потока*

# ***Инструменты управления качеством***

- К. Исикава
- **Японский союз ученых и инженеров в 1979 г. «сформировал» состав семи методов контроля качества (инструментов управления качеством).**
- Статистические методы контроля качества
- Применяются как непосредственно в производстве, так и на различных стадиях жизненного цикла продукции.

## **Семь основных инструментов контроля качества**

### **Цель:**

- **Выявление проблем, подлежащих первоочередному решению, на основе контроля действующего процесса, сбора, обработки и анализа полученных фактов (статистического материала) для последующего улучшения качества процесса.**

### **Суть:**

- **Контроль качества (сравнение запланированного показателя качества с действительным его значением) – это один из основных в процессе управления качеством, а сбор, обработка и анализ фактов – важнейший этап этого процесса.**
- **Научной основой современного технического контроля являются математико-статистические методы. Из множества статистических методов для широкого применения выбраны только семь, которые понятны и могут легко применяться специалистами различного профиля.**
- **Они позволяют вовремя выявить и отобразить проблемы, установить основные факторы, с которых нужно начинать действовать, и распределить усилия с целью эффективного разрешения этих проблем.**

## ***Семь основных инструментов контроля качества***

План действий:

- **Внедрение семи методов должно начинаться с обучения этим методам всех участников процесса.**
- **Последовательность применения методов может быть различной в зависимости от поставленной цели. Эти методы можно рассматривать и как отдельные инструменты, и как систему методов. Каждый метод может находить свое самостоятельное применение в зависимости от того, к какому классу относится задача.**

Результат:

- **Решение до 95% всех проблем, возникающих на производстве.**

Достоинства:

- **Наглядность, простота освоения и применения.**

Недостатки:

- **Низкая эффективность при проведении анализа сложных процессов.**

***Семь основных инструментов контроля качества*** – набор системных методов сбора, обработки и анализа информации, позволяющих облегчить задачу контроля протекающих процессов и предоставить различного рода факты для анализа, корректировки и улучшения качества процессов.

- **Семь простых статистических методов – инструменты познания, а не управления.**
- **Способность рассматривать события с точки зрения статистики важнее, чем знание самих методов.**
- **На передовых зарубежных фирмах абсолютно все работники обязаны владеть семью простыми статистическими методами.**
- **Данные необходимо собирать так, чтобы облегчить их последующую обработку. Нужно понимать для каких целей осуществляется сбор и обработка данных. Обычно цели сбора данных в процессе контроля качества состоят в следующем:**
  - **контроль и регулирование процесса;**
  - **анализ отклонений от установленных требований;**
  - **контроль выхода процесса.**

## ***Семь основных инструментов контроля качества (1)***

- ***Контрольный листок*** – инструмент для сбора данных и их автоматического упорядочения для облегчения дальнейшего использования собранной информации.
- ***Гистограмма*** – инструмент, позволяющий зрительно оценить распределение статистических данных, сгруппированных по частоте попадания данных в определенный (заранее заданный) интервал.
- ***Диаграмма Парето*** – инструмент, позволяющий объективно представить и выявить основные факторы, влияющие на исследуемую проблему, и распределить усилия для ее эффективного разрешения.
- ***Диаграмма потока*** – инструмент, позволяющий наглядно представить последовательность действий при протекании процесса.

## ***Семь основных инструментов контроля качества (2)***

- ***Диаграмма разброса*** (рассеивания) – инструмент, позволяющий определить вид и тесноту связи между парами соответствующих переменных.
- ***Диаграмма Исикавы*** (причинно-следственная диаграмма) – инструмент, который позволяет выявить наиболее существенные факторы (причины), влияющие на конечный результат (следствие).
- ***Контрольная карта*** – инструмент, позволяющий отслеживать ход протекания процесса и воздействовать на него (с помощью соответствующей обратной связи), предупреждая его отклонения от предъявленных к процессу требований.
- ***Метод стратификации*** (расслаивания данных) – инструмент, позволяющий произвести разделение данных на подгруппы по определенному признаку.

# Лист сбора данных

Дефект \ Месяц	Январь				$\Sigma$
	6	7	8	9	
Размер	▬▬▬	▬▬▬	▬▬▬ ▬▬▬	▬▬▬ ▬▬	26
Форма		▬▬▬	▬▬▬		9
Углубление	▬▬▬				8
Вес	▬▬▬ ▬▬▬ ▬▬▬	▬▬▬ ▬▬▬	▬▬▬ ▬▬▬ ▬▬	▬▬▬ ▬▬▬ ▬▬▬	52
Поверхность	▬▬	▬▬▬			7
Всего	29	22	25	26	102

# Лист сбора данных (контрольный листок)

## Цель:

- Сбор данных и их автоматическое упорядочение для облегчения дальнейшего использования собранной информации.

## Суть:

Контрольный листок – это:

- - средство регистрации данных, как правило, в виде бумажного бланка с заранее внесенными в него контролируемыми параметрами, соответственно которым можно заносить необходимые данные с помощью пометок или каких-либо символов;
- - инструмент, позволяющий облегчить задачу контроля протекающих процессов и предоставить различного рода факты для анализа, корректировки и улучшения качества процессов.
-

# Лист сбора данных (контрольный листок)

План действий:

- **Прежде, чем начать собирать данные, надо решить, что с ними впоследствии делать, для каких целей осуществляется их сбор и обработка.**
- **Цели сбора данных в процессе контроля качества состоят в следующем:**
  - - контроль и регулирование процесса;
  - - анализ отклонений от установленных требований;
  - - контроль выхода процесса.
- **Когда цель сбора данных установлена, она становится основной для определения типа данных, которые нужно собрать. В процессе сбора важно тщательно упорядочить данные, чтобы облегчить их последующую обработку. Для этого надо:**
  - - зарегистрировать источник данных (время, оборудование и т.п.);
  - - регистрировать данные так, чтобы их было легко использовать.

Результат:

- **Собранные данные служат источником информации в процессе анализа с использованием различных статистических методов и выработки мер по улучшению качества процессов.**

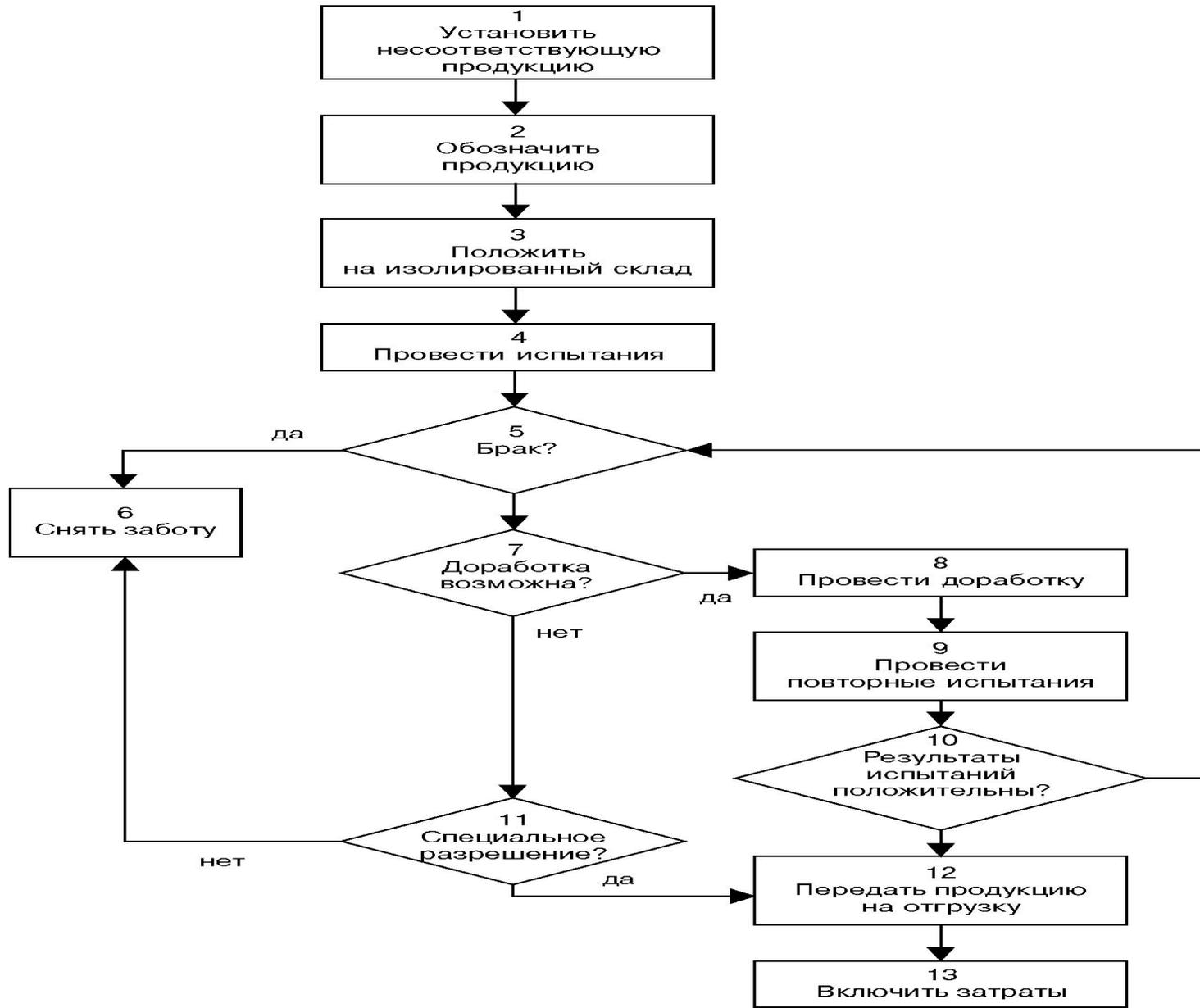
Достоинства:

- **Наглядность, простота освоения и применения.**

Недостатки:

- **Большое разнообразие форм и размеров контрольных листков.**

# Диаграмма потока



# *Диаграмма потока*

Это графическое изображение процесса, показывающее последовательность выполняемых шагов.

Карты процесса лучше всего разрабатывают те, кто непосредственно занят в процессе:

непосредственные исполнители, мастера, менеджеры и потребители.

Для их эффективной разработки часто привлекается «посредник», который задает корректные вопросы и разрешает конфликтные ситуации. Посредник может направлять обсуждение, задавая следующие вопросы:

- что произойдет дальше?
- кто принимает решение по данному пункту?
- какая здесь выполняется операция?

Часто группа не соглашается с ответами отдельных лиц из-за разного понимания сущности процесса или отсутствия «общей картины».

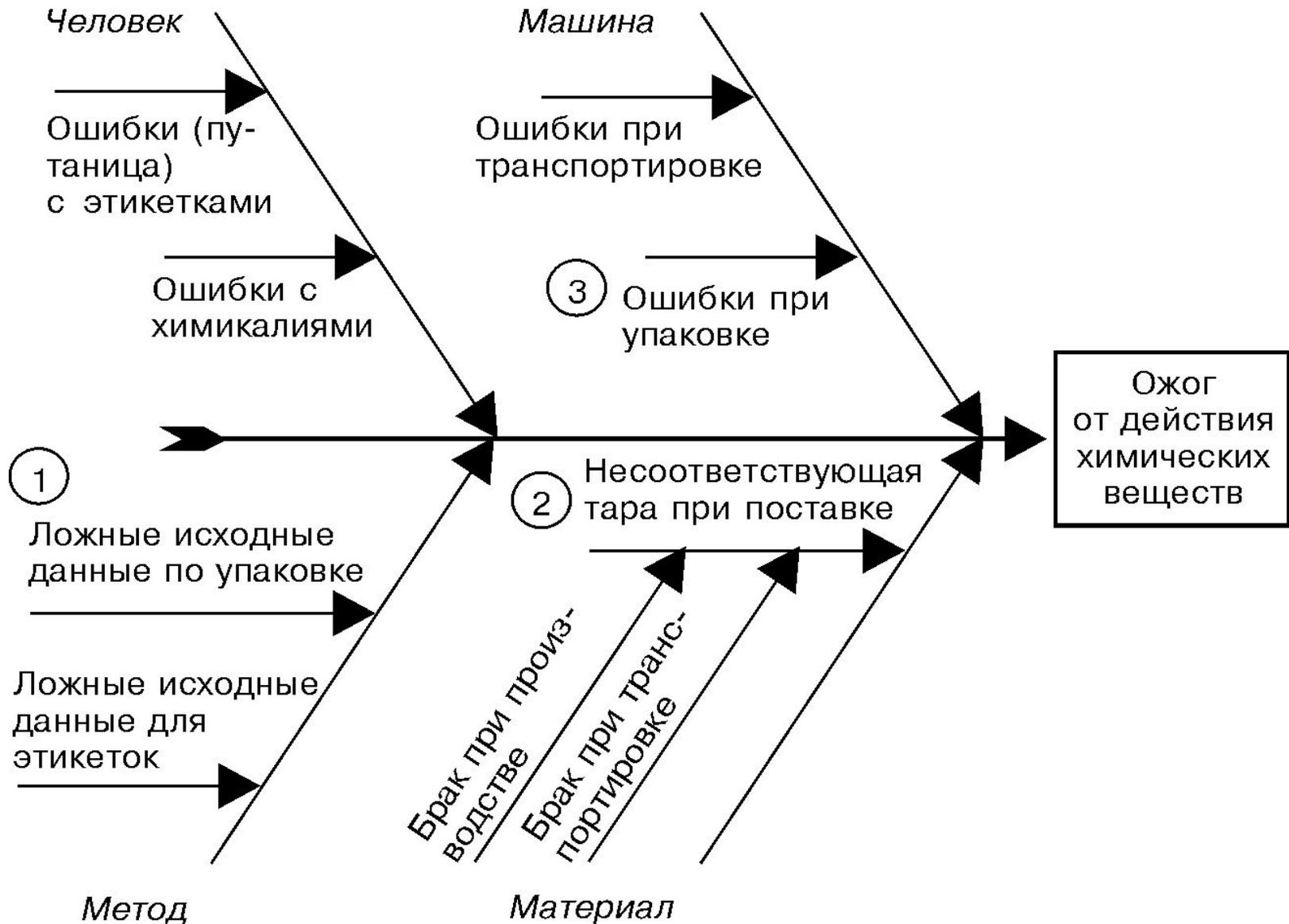
# Диаграмма потока

- Диаграммы потока помогают людям, участвующим в процессе, более глубоко разобраться в его сущности, понять, насколько их подготовка соответствует процессу, а также кто поставщики и потребители.
- При участии в разработке у работников возникает чувство собственности в отношении этого процесса, и они с большей готовностью занимаются его совершенствованием.
- Их использование для подготовки сотрудников к выполнению стандартных процедур приводит к более стабильным показателям функционирования.
- Используется для выявления проблем, связанных с качеством, а также участков совершенствования.

Для их отыскания можно задать следующие вопросы:

- как эта операция влияет на потребителя?
- можем ли мы улучшить эту операцию или отказаться от нее?
- должны ли мы контролировать в данном месте важную характеристику, связанную с качеством?
- Схемы последовательности процесса помогают участникам наглядно увидеть простые, но важные изменения, которые можно сделать в процессе.

# Причинно-следственная диаграмма



# ***Причинно-следственная диаграмма (Диаграмма Ишикава)***

## **ЦЕЛЬ:**

- Изучить, отобразить и обеспечить технологию поиска истинных причин рассматриваемой проблемы для эффективного их разрешения.

## **СУТЬ:**

- Причинно-следственная диаграмма — это ключ к решению возникающих проблем. Диаграмма позволяет в простой и доступной форме систематизировать все потенциальные причины рассматриваемых проблем, выделить самые существенные и провести поуровневый поиск первопричины.

# ***Причинно-следственная диаграмма (Диаграмма Исикава)***

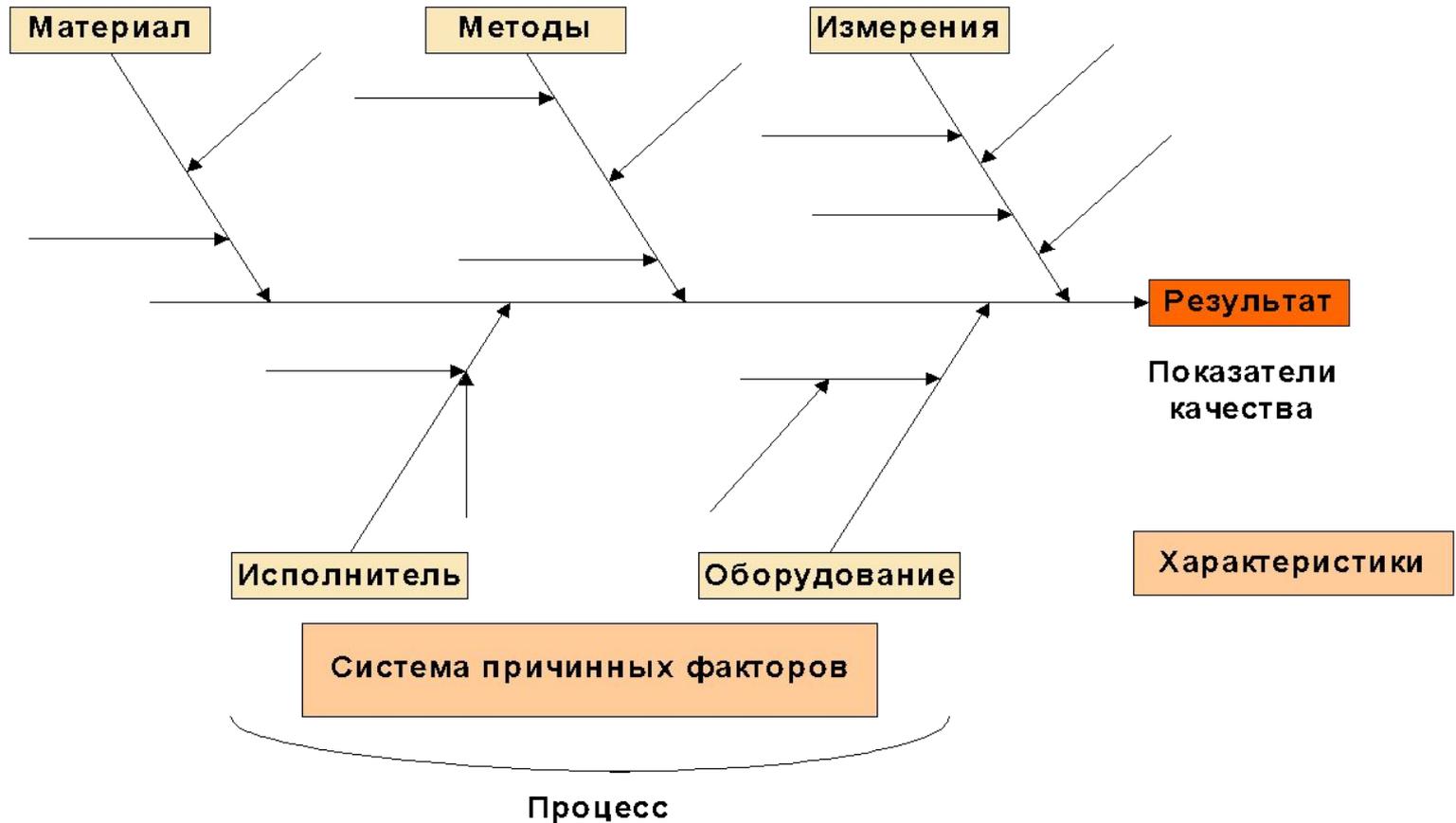
## **ПЛАН ДЕЙСТВИЙ:**

- В соответствии с известным принципом Парето, среди множества потенциальных причин (причинных факторов, по Исикаве), порождающих проблемы (следствие), лишь две-три являются наиболее значимыми, их поиск и должен быть организован. Для этого осуществляется:
- сбор и систематизация всех причин, прямо или косвенно влияющих на исследуемую проблему;
- группировка этих причин по смысловым и причинно-следственным блокам;
- ранжирование их внутри каждого блока;
- анализ получившейся картины.

# ***Причинно-следственная диаграмма (Диаграмма Ишикава)***

- **РЕЗУЛЬТАТ:**
- Получение информации, необходимой для принятия управляющих решений.
- **ДОСТОИНСТВА:**
- Диаграмма Ишикавы позволяет:
- стимулировать творческое мышление;
- представить взаимосвязь между причинами и сопоставить их относительную важность.
- **НЕДОСТАТКИ:**
- Не рассматривается логическая проверка цепочки причин, ведущих к первопричине, т. е. отсутствуют правила проверки в обратном направлении от первопричины к результатам. Сложная и не всегда четко структурированная диаграмма не позволяет делать правильные выводы.

# Причинно-следственная диаграмма (Диаграмма Ишикава)



# *Диаграмма Ишикава*

## Общие правила построения (1)

- Прежде чем приступать к построению диаграммы, все участники должны прийти к единому мнению относительно формулировки проблемы.
- Изучаемая проблема записывается с правой стороны в середине чистого листа бумаги и заключается в рамку, к которой слева подходит основная горизонтальная стрелка — «хребет» (диаграмму Ишикавы из-за внешнего вида называют «рыбьим скелетом»).
- Наносятся главные причины (уровня 1), влияющие на проблему, — «большие кости». Они заключаются в рамки и соединяются наклонными стрелками с «хребтом».
- Далее наносятся вторичные причины (уровня 2), которые влияют на главные причины («большие кости»), а те, в свою очередь, являются следствием вторичных причин. Вторичные причины записываются и располагаются в виде «средних костей», примыкающих к «большим». Причины уровня 3, которые влияют на причины уровня 2, располагаются в виде «мелких костей», примыкающих к «средним», и т. д.

# *Диаграмма Ишикава*

## **Общие правила построения (2)**

- При анализе должны выявляться и фиксироваться все факторы, даже те, которые кажутся незначительными, так как цель схемы — отыскать наиболее правильный и эффективный способ решения проблемы.
- Причины (факторы) оцениваются и ранжируются по их значимости, выделяя особо важные, которые предположительно оказывают наибольшее влияние на показатель качества.
- В диаграмму вносится вся необходимая информация: ее название; наименование изделия; имена участников; дата и т. д.

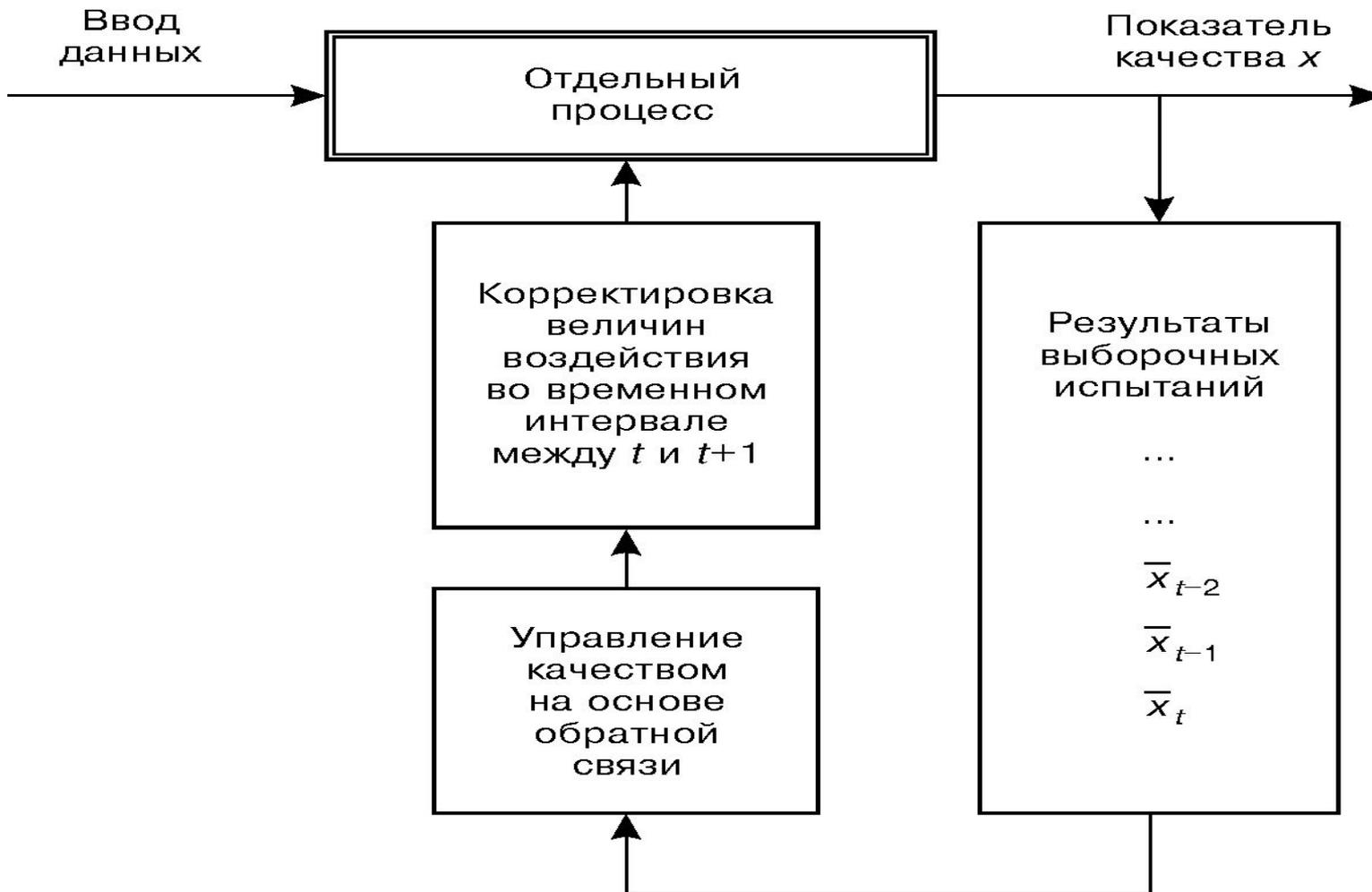
# ***Причинно-следственная диаграмма (Диаграмма Ишикава)***

- Процесс выявления, анализа и объяснения причин является ключевым в структурировании проблемы и переходе к корректирующим действиям.
- Задавая при анализе каждой причины вопрос «почему?», можно определить первопричину проблемы.
- Способ взглянуть на логику в направлении «почему?» состоит в том, чтобы рассматривать это направление в виде процесса постепенного раскрытия всей цепи последовательно связанных между собой причинных факторов, оказывающих влияние на проблему качества.

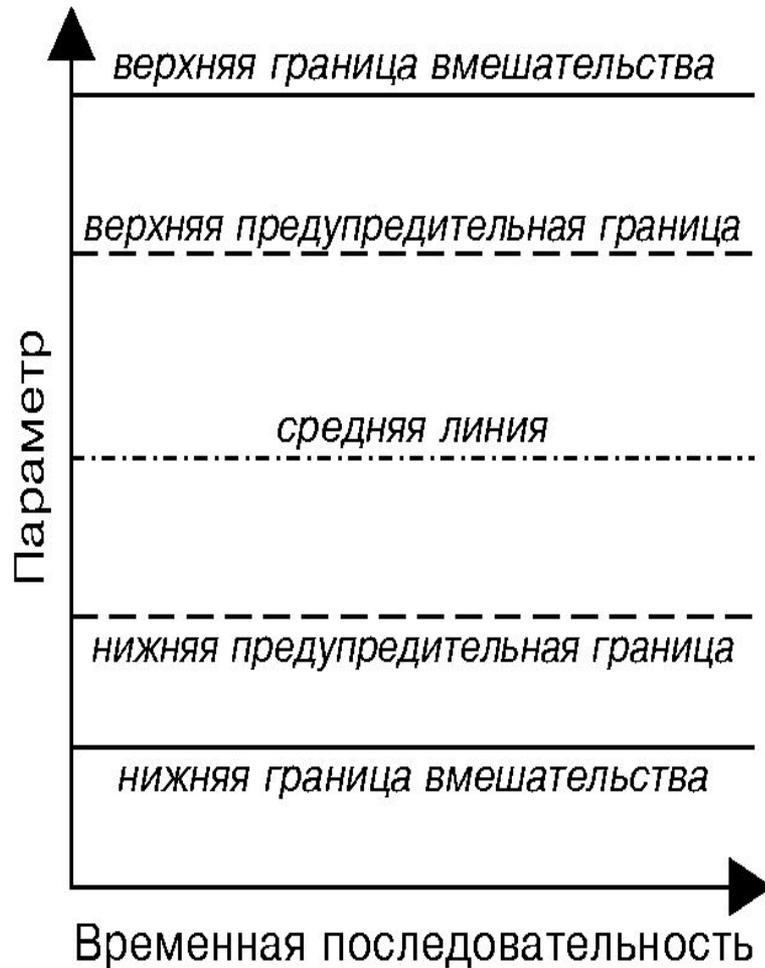
# Контрольные карты

## Карты управления качеством

### Обратная связь в контуре регулирования



# Общий вид карт управления качеством



Карта управления Шухарта



Карта управления приемкой

# ***Контрольные карты***

***Применяются везде, где требуется отслеживать состояние процесса во времени и воздействовать на процесс до того, как он выйдет из-под контроля.***

**ЦЕЛЬ:**

- Осуществлять оценку управляемости действующего процесса. В случае управляемости процесса — оценку его воспроизводимости. В случае статистически неуправляемого процесса осуществлять проведение корректирующего воздействия и проверку эффективности принятых мер.
- В период же запуска процесса осуществлять оценку возможностей процесса, т. е. способности удовлетворять техническим требованиям.

**СУТЬ:**

- *Контрольные карты* (КК) — инструмент, позволяющий отслеживать ход процесса и воздействовать на него (с помощью соответствующей обратной связи), предупреждая его отклонения от предъявляемых к процессу требований.

# ***Контрольные карты***

## **ПЛАН ДЕЙСТВИЙ:**

- Выбор показателя, плана выборки, типа карты.
- Сбор данных.
- Вычисление выборочных статистик, центральной линии, контрольных пределов.
- Построение контрольной карты.
- Оценка управляемости процесса.
- Совершенствование системы.
- Пересчет КК (при необходимости).

Как правило, при анализе процессов метод КК используется совместно с гистограммами и методом расслаивания данных (стратификации).

# ***Контрольные карты***

## **РЕЗУЛЬТАТ:**

- Получение объективной информации для принятия решений об эффективности процесса.

## **ДОСТОИНСТВА:**

- Указывает на наличие потенциальных проблем до того, как начнется выпуск дефектной продукции.
- Позволяет улучшить показатели качества и снизить затраты на его обеспечение.

## **НЕДОСТАТКИ:**

- Грамотное построение КК представляет собой сложную задачу и требует определенных знаний.

# **Контрольные карты Шухарта**

принято делить на две группы: по качественным и количественным признакам.

Виды контрольных карт по **количественному** признаку (для непрерывных величин):

- средних значений и размахов ( $\bar{x} - R$ );
- медиан и размахов ( $\bar{x} - R$ );
- индивидуальных значений и скользящего размаха ( $x - mR$ ),

Виды контрольных карт по **качественному** признаку (для дискретных величин):

- доли числа дефектов/несоответствий в выборке ( $p$ );
- числа дефектов/несоответствий в выборке ( $pn$ );
- числа несоответствий в выборке ( $c$ );
- доли числа несоответствий на единицу измерения ( $u$ ).



# ***Гистограмма***

А.М. Гэри (Франция), 1833 г.

Применяется везде, где требуется проведение анализа точности и стабильности процесса, наблюдение за качеством продукции, отслеживание существенных показателей производства.

Цель:

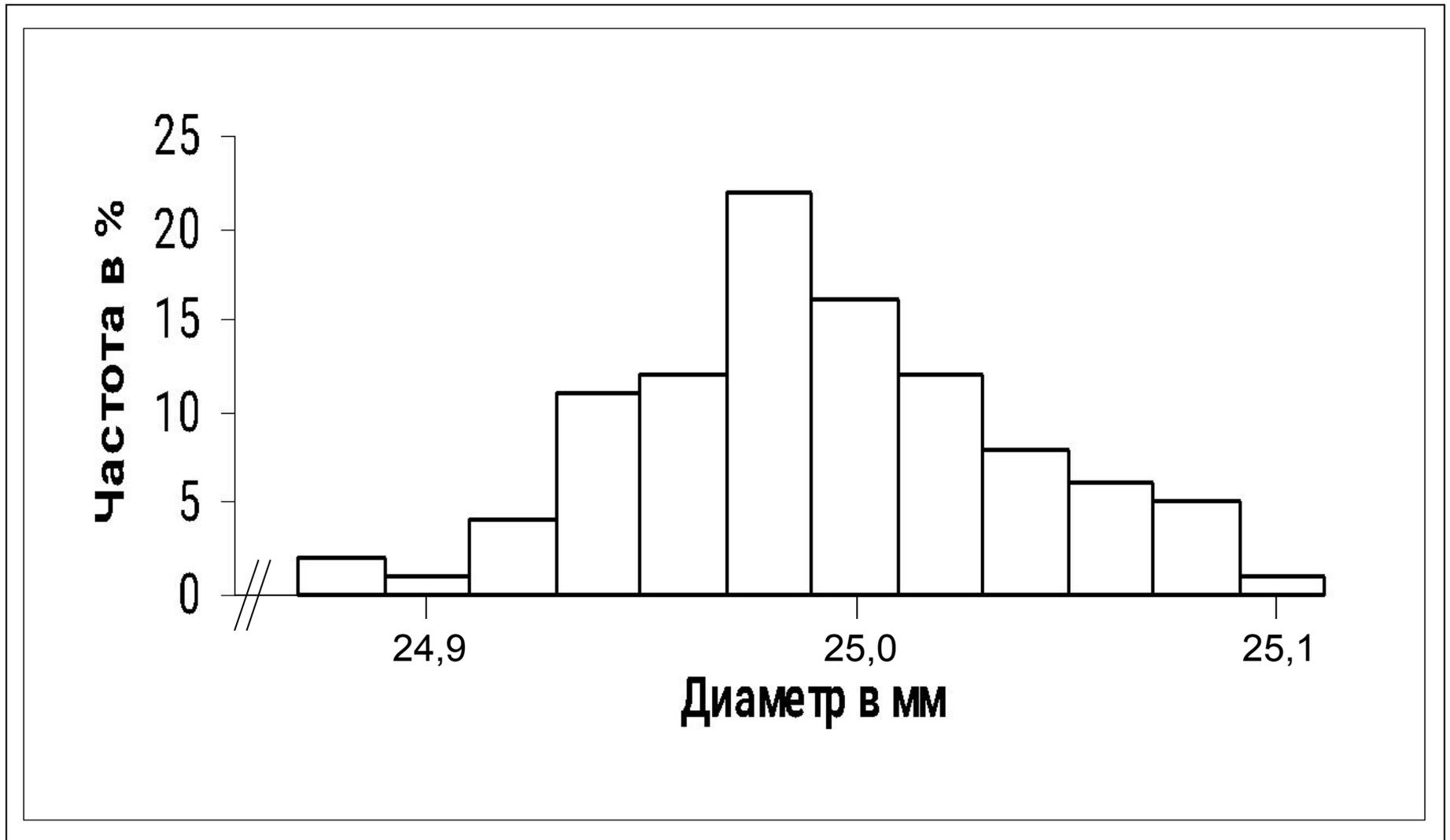
**Контроль действующего процесса и выявление проблем, подлежащих первоочередному решению.**

Суть:

- **Один из наиболее распространенных методов, помогающих интерпретировать данные по исследуемой проблеме.**
- **Благодаря графическому представлению имеющейся количественной информации, можно увидеть закономерности, трудно различимые в простой таблице с набором цифр, оценить проблемы и найти пути их решения.**

# ***Гистограмма***

Пример: Диаметр 150 деталей вращения



# Гистограмма

План действий:

- 1. Собрать данные для измеряемых (контролируемых) параметров действующего процесса.**
- 2. Построить гистограмму.**
- 3. Проанализировать гистограмму:**
  - определить тип распределения данных (нормальное, несимметричное, бимодальное и т.д.);
  - выяснить вариабельность процесса;
  - при необходимости осуществить анализ нормального распределения с использованием математического аппарата.
- 4. Ответить на вопрос: «Почему распределение именно такое, и о чем это говорит?»**

Результат:

- **Собранные данные служат источником информации в процессе анализа с использованием различных статистических методов и выработке мер по улучшению качества процессов.**

# ***Гистограмма***

Достоинства:

- **Наглядность, простота освоения и применения.**
- **Управление с помощью фактов, а не мнений.**
- **Позволяет лучше понять вариабельность, присущую процессу, глубже взглянуть на проблему и облегчить нахождение путей ее решения.**

Недостатки:

- **Интерпретация гистограммы, построенной по малым выборкам, не позволяет сделать правильные выводы.**

***Гистограмма*** – один из вариантов столбиковой диаграммы, позволяющей зрительно оценить распределение статистических данных, сгруппированных по частоте попадания в определенный (заранее заданный) интервал.

# ***Порядок построения гистограммы***

- Собрать данные, выявить максимальное и минимальное значения и определить диапазон (размах) гистограммы.
- Полученный диапазон разделить на интервалы, предварительно определив их число (обычно 5–20 в зависимости от числа показателей) и определить ширину интервала.
- Все данные распределить по интервалам в порядке возрастания: левая граница первого интервала должна быть меньше наименьшего из имеющихся значений.
- Подсчитать частоту каждого интервала.
- Вычислить относительную частоту попадания данных в каждый из интервалов.
- По полученным данным построить гистограмму — столбчатую диаграмму, высота столбиков которой соответствует частоте или относительной частоте попадания данных в каждый из интервалов:
  - наносится горизонтальная ось, выбирается масштаб и откладываются соответствующие интервалы;
  - строится вертикальная ось, на которой также выбирается масштаб в соответствии с максимальным значением частот.

# Построение гистограммы

1. Проводят наблюдения за случайной величиной и определяют ее числовые значения. Чтобы получить достаточно достоверную гистограмму,  $n$  – число экспериментальных точек должно быть не менее 30.

Пример. Измерим коэффициент деформации металлического материала в процессе термообработки и составим таблицу его значений:

0,9	1,5	0,9	1,1	1	0,9	1,1	1,1	1,2	1
0,6	0,1	0,7	0,8	0,7	0,8	0,5	0,8	1,2	0,6
1,4	1,4	0,9	1,1	0,9	1,4	0,9	1,8	0,9	1,4
1,1	1,4	1,4	1,4	0,9	1,1	1,4	1,1	1,3	1,1
1,5	1,6	1,6	1,5	1,6	1,5	1,6	1,7	1,8	1,5

2. Определяют размах  $R$  (разброс случайной величины)

$$R = X_{\max} - X_{\min} = 1.8 - 0.1 = 1.7$$

Размах определяет ширину диаграммы.

3. Полученный размах делят на несколько интервалов ( $k$ ).

Обычно  $k = 5 - 20$ .

$$\text{Выберем } k=9. H = 1.7/9 = 0.1889$$

$$H = 0.2$$

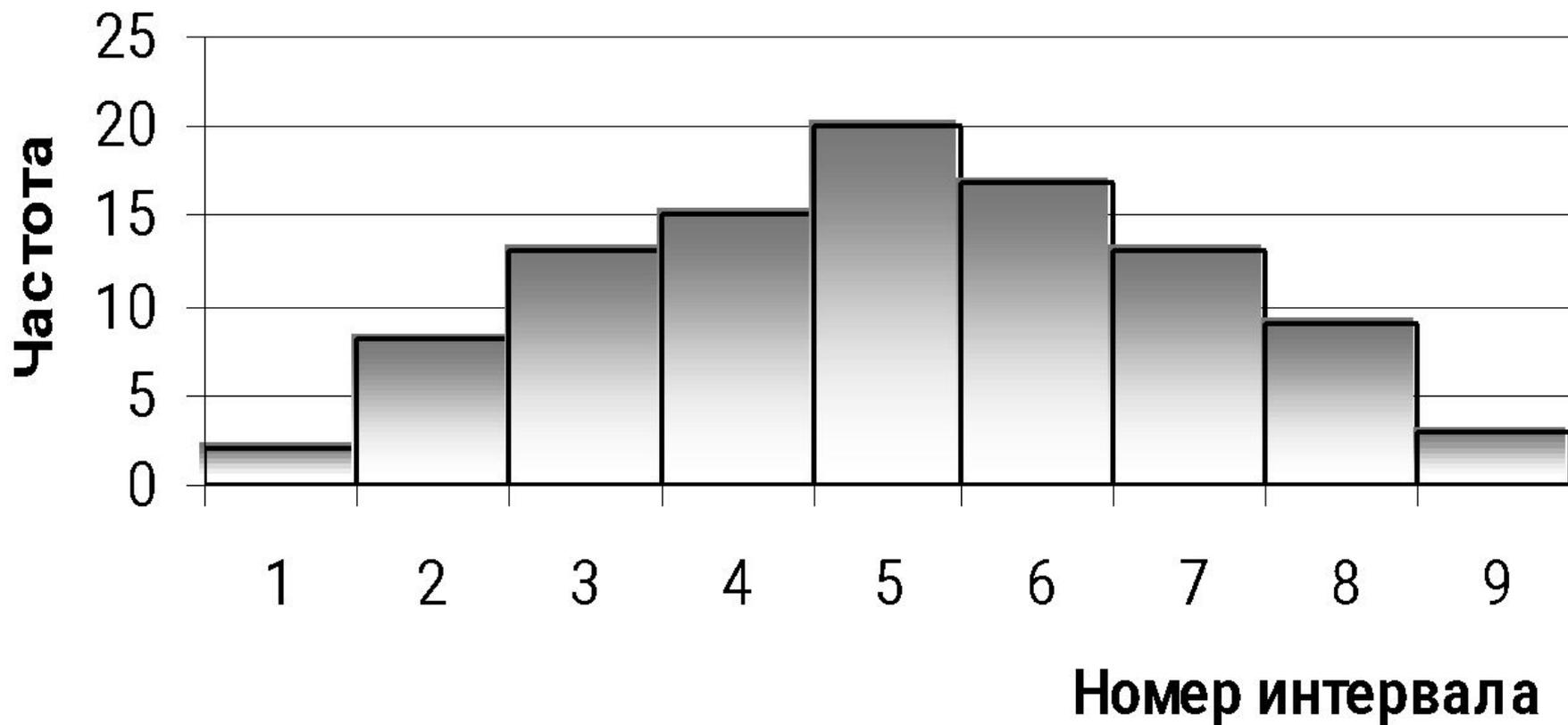
4. *Распределяют полученные данные по интервалам. Левая граница 1-го интервала =  $X_{\min}$ , правая граница =  $X_{\min} + h$  и т.д. Определяют штриховыми отметками количество показателей, попавших в каждый интервал, и заносят их в специально подготовленный бланк регистрации.*

*Бланк для приведенного примера следующий:*

№ п/п	Интервалы	Середин а	Штриховые отметки частоты	Частота %	Накопленная частота
1	0,05 – 0,25	интервала 0,15	//	2	2
2	0,25 – 0,45	0,35	//// //	8	10
3	0,45 – 0,65	0,55	//// //// //	13	23
4	0,65 – 0,85	0,75	//// //// ////	15	38
5	0,85 – 1,05	0,95	//// //// //// ////	20	58
6	1,05 – 1,25	1,15	//// //// //// //	17	75
7	1,25 – 1,45	1,35	//// //// //	13	88
8	1,45 – 1,65	1,55	//// //	9	97
9	1,65 – 1,85	1,75	///	3	100

5. По полученным данным строят гистограмму. На оси ординат откладывают границы интервалов, а по оси абсцисс – частоты.

Для нашего примера получена гистограмма, приведенная на рисунке.



# ***Гистограмма.***

## ***Комментарии по использованию***

- Структуру вариаций легче увидеть, когда данные представлены графически в виде гистограммы.
- Прежде чем сделать выводы по результатам анализа гистограмм, убедитесь, что данные представительны для существующих условий процесса.
- Не делайте выводов, основанных на малых выборках. Чем больше объем выборки, тем больше уверенность в том, что три важных параметра *гистограммы* — ее центр, ширина и форма — представительны для всего процесса или группы продукции.
- Для каждой структуры вариаций (типа распределения) существуют свои интерпретации.
- Интерпретация гистограммы — это всего лишь теория, которая должна быть подтверждена дополнительным анализом и прямыми наблюдениями за анализируемым процессом.

# Диаграмма Парето

В. Парето (Италия), 1897 г., М. Лоренц (США), 1907 г.

Один из инструментов статистического контроля качества.

Применяется практически в любых областях деятельности.

Цель:

- **Выявление проблем, подлежащих первоочередному решению.**

Суть:

- ***Диаграмма Парето* – инструмент, позволяющий выявить и отобразить проблемы, установить основные факторы, с которых нужно начинать действовать, и распределить усилия с целью эффективного разрешения этих проблем. Различают два вида диаграмм Парето:**
  - по результатам деятельности – предназначена для выявления главной проблемы нежелательных результатов деятельности;
  - по причинам – используется для выявления главной причины проблем, возникающих в ходе производства.

Принцип Парето (принцип 80/20) означает, что 20% усилий дают 80% результата, а остальные 80% усилий – лишь 20% результата

План действий:

**Определить проблему, которую надлежит решить. Учесть все факторы (признаки), относящиеся к исследуемой проблеме.**

**Выявить первопричины, которые создают наибольшие трудности, собрать по ним данные и проранжировать их. Построить диаграмму Парето, которая объективно представит фактическое положение дел в понятной и наглядной форме.**

**Провести анализ диаграммы Парето.**

Результат:

**Принятие решения на основании анализа диаграммы Парето.**

Достоинства:

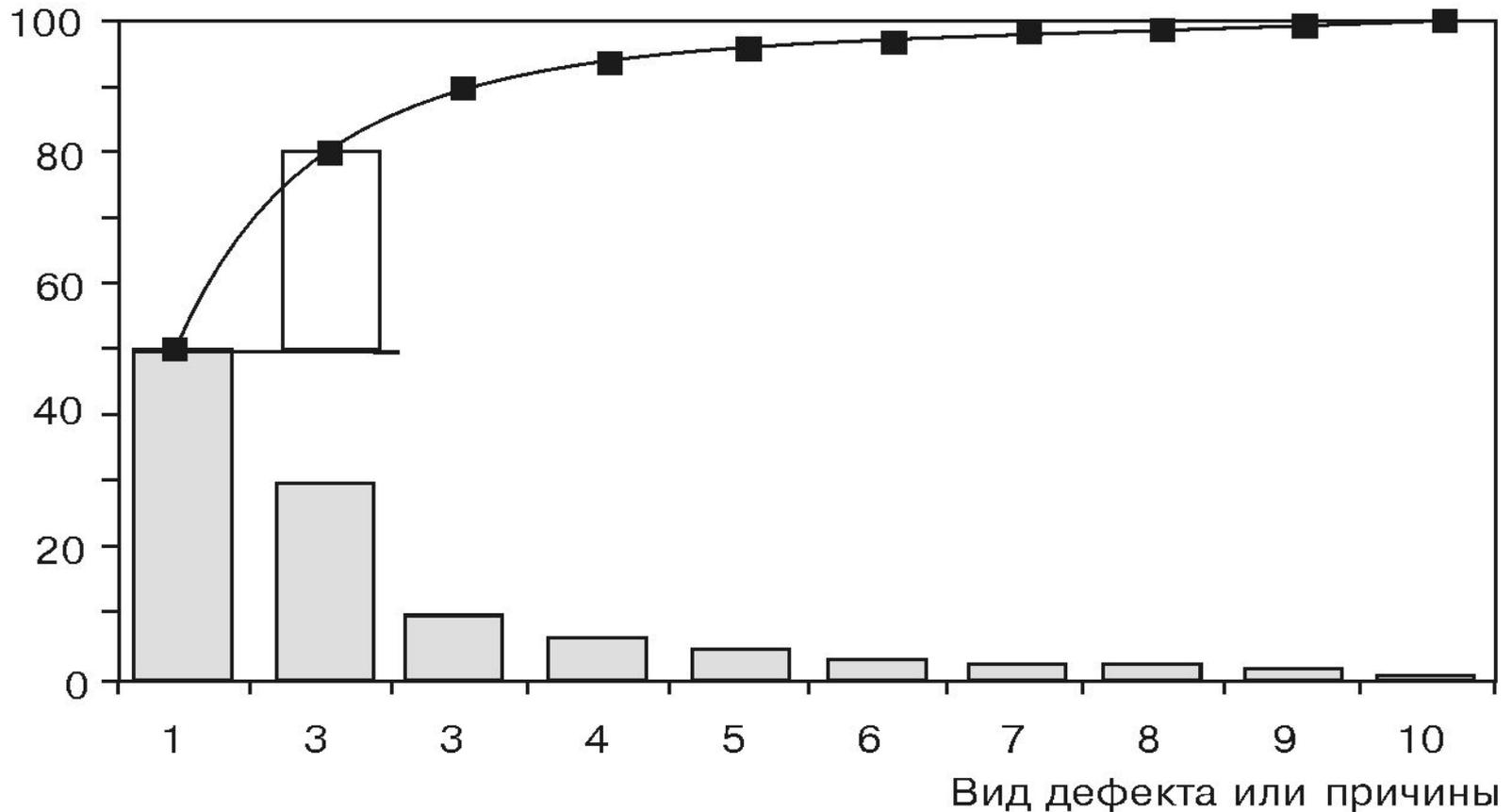
- **Простота и наглядность делают возможным использование диаграммы Парето специалистами, не имеющими особой подготовки.**
- **Сравнение диаграмм Парето, описывающих ситуацию до и после проведения улучшающих мероприятий, позволяют получить количественную оценку выигрыша от этих мероприятий.**

Недостатки:

- **При построении сложной, не всегда четко структурированной диаграммы, возможны неправильные выводы.**

# Пример диаграммы Парето с суммирующей кривой

Проявление  
(результат)  
[%]



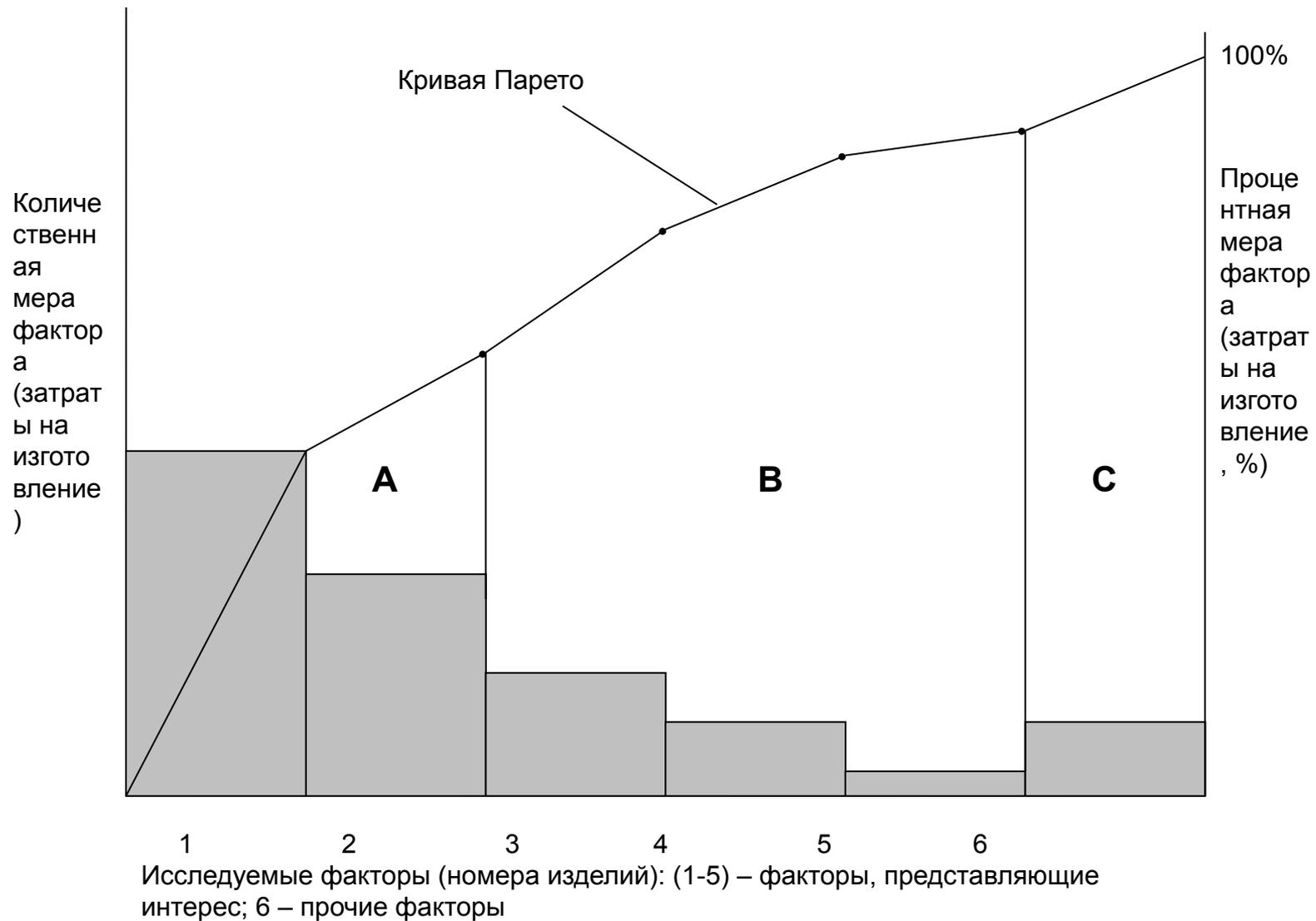
# Правила построения диаграммы Парето (1)

- Решить, какие проблемы (причины проблем) надлежит исследовать, какие данные собирать и как их классифицировать.
- Разработать формы для регистрации исходных данных (например, контрольный листок).
- Собрать данные, заполнив формы, и подсчитать итоги по каждому исследуемому фактору (показателю, признаку).
- Для построения диаграммы Парето подготовить бланк таблицы, предусмотрев в нем графы для итогов по каждому проверяемому фактору в отдельности, накопленной суммы числа появлений соответствующего фактора, процентов к общему итогу и накопленных процентов.
- Заполнить таблицу, расположив данные, полученные по проверяемому фактору, в порядке убывания значимости.

## Правила построения диаграммы Парето (2)

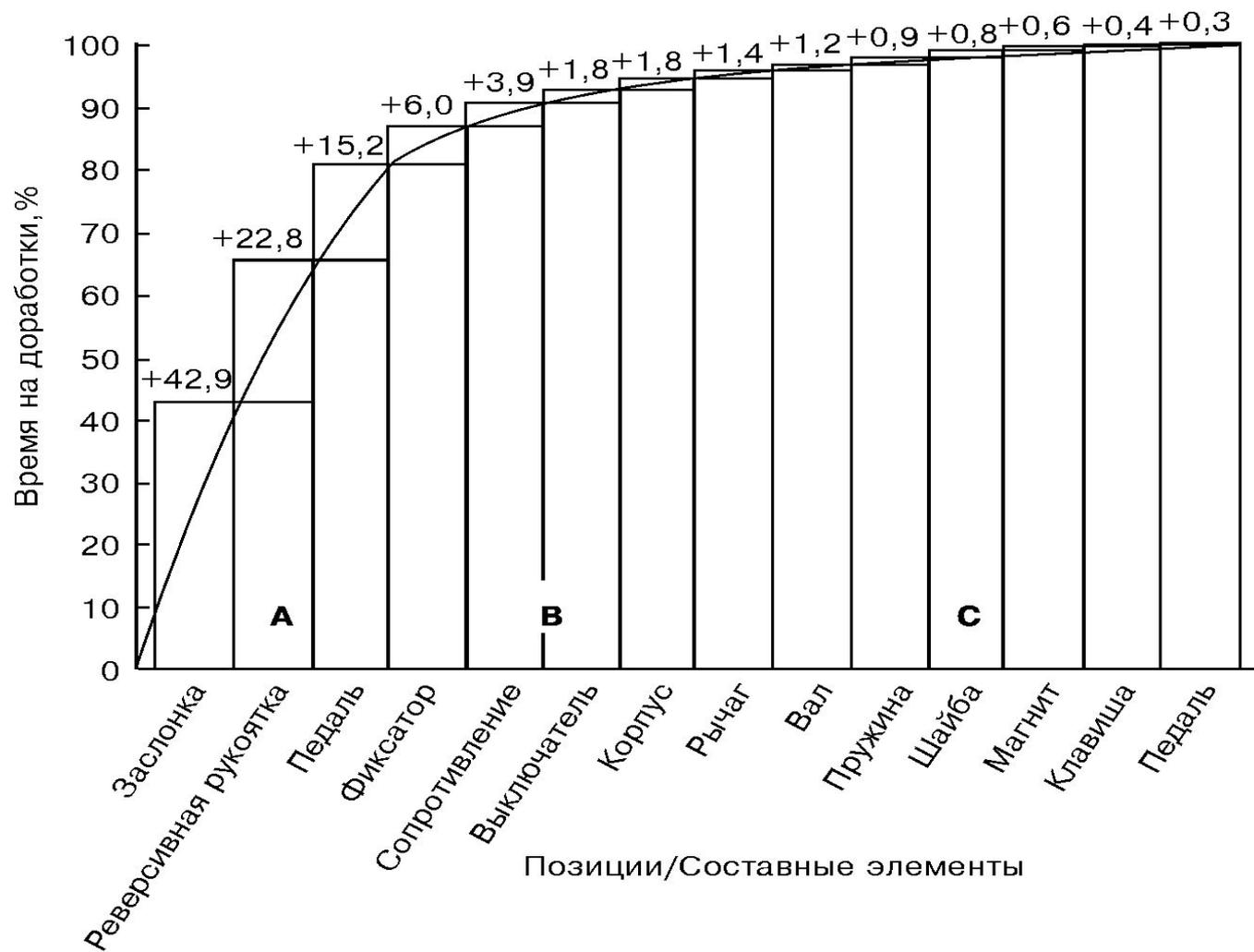
- Подготовить оси (одну горизонтальную и две вертикальные линии) для построения диаграммы. Нанести на левую ось ординат шкалу с интервалами от 0 до общей суммы числа выявленных факторов, а на правую ось ординат – шкалу с интервалами от 0 до 100, отражающую процентную меру фактора. Разделить ось абсцисс на интервалы в соответствии с числом исследуемых факторов или относительной частотой.
- Построить столбиковую диаграмму. Высота столбца (откладывается по левой шкале) равна числу появлений соответствующего фактора. Столбцы располагают в порядке убывания (уменьшения значимости фактора). Последний столбец характеризует «прочие», то есть малозначимые факторы, и может быть выше соседних.
- Начертить кумулятивную кривую (кривую Лоренца) – ломаную, соединяющую точки накопленных сумм (количественной меры факторов или процентов). Каждую точку ставят над соответствующим столбцом столбиковой диаграммы, ориентируясь на его правую сторону.
- Нанести на диаграмму все обозначения и надписи.
- Провести анализ диаграммы Парето

**A**



Деталь	Время доработки, мин	%	%
Заслонка	300,3	42,9	42,9
Реверсивная рукоятка	159,6	22,8	65,7
Ножной выключатель	106,4	15,2	80,9
Фиксатор	42,0	6,0	86,9
Сопротивление	27,3	3,9	90,8
Выключатель	12,6	1,8	92,6
Корпус	12,6	1,8	94,4
Рычаг	9,8	1,4	95,8
Вал	8,4	1,2	97,0
Пружина	6,3	0,9	97,9
Шайба	5,6	0,8	98,7
Магнит	4,2	0,6	99,3
Клавиша	2,8	0,4	99,7
Педаль	2,1	0,3	100,0
<b>14 позиций</b>	<b>700,0</b>	<b>100,0</b>	

Принцип Парето “правило 80-20” свидетельствует, что примерно 80% действий обуславливаются 20% возможных причин, или величин влияния.



# Диаграмма разброса (корреляции)

*Применяется в производстве и на различных стадиях жизненного цикла продукции*

## **ЦЕЛЬ:**

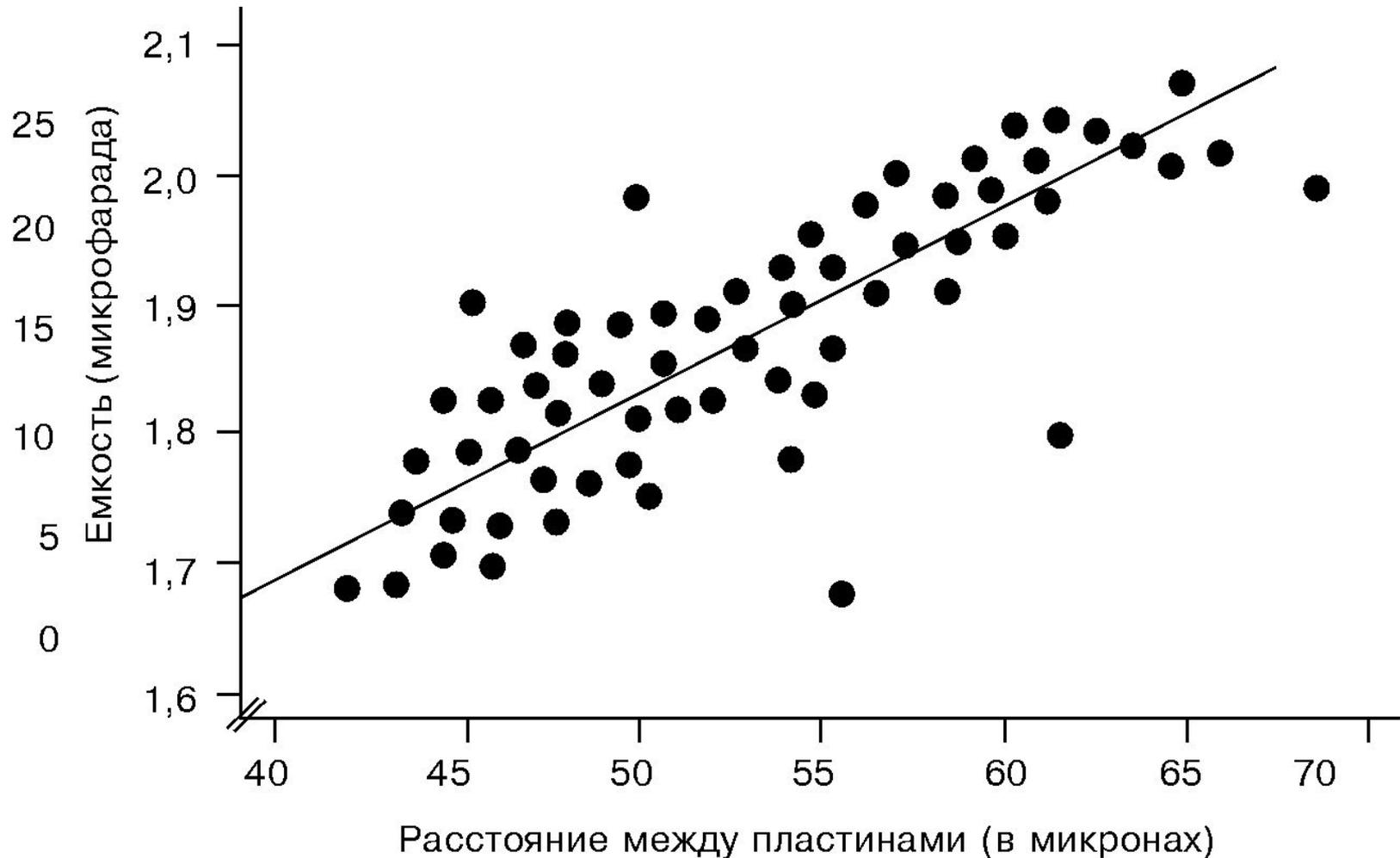
- Выяснение существования зависимости и выявление характера связи между двумя различными параметрами процесса.

## **СУТЬ:**

- *Диаграмма разброса* — инструмент, позволяющий определить вид и тесноту связи между парами соответствующих переменных. Эти две переменные могут относиться к:
  - характеристике качества и влияющему на нее фактору;
  - двум различным характеристикам качества;
  - двум факторам, влияющим на одну характеристику качества.
- При наличии корреляционной зависимости между двумя факторами значительно облегчается контроль процесса с технологической, временной и экономической точек зрения.
- Диаграмма разброса в процессе контроля качества используется также для выявления причинно-следственных связей показателей качества и влияющих факторов

# Диаграмма разброса (корреляции)

(емкость как функция расстояния между проводниками)



# *Диаграмма разброса (корреляции)*

## **ПЛАН ДЕЙСТВИЙ:**

- Для выяснения влияния одной переменной на другую следует собрать необходимые данные и внести их в листок регистрации.
- По полученным данным построить диаграмму разброса и провести анализ диаграммы. Иногда желательно получить количественную оценку тесноты или силы связи между случайными величинами.

## **РЕЗУЛЬТАТ:**

- Принятие решения о проведении необходимых мероприятий на основании анализа диаграммы разброса.

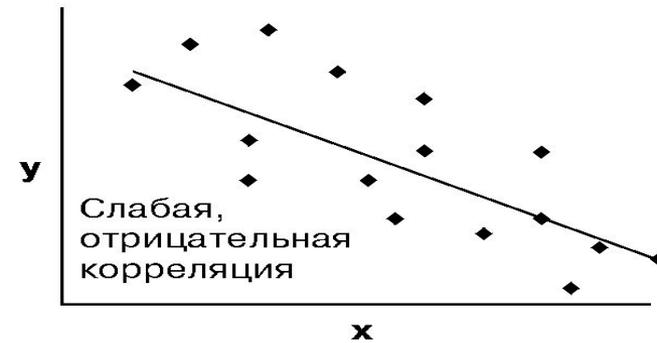
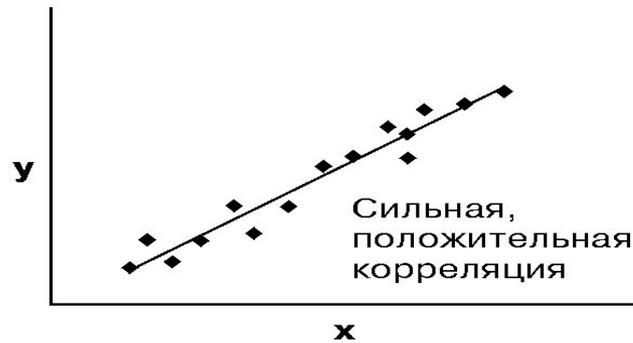
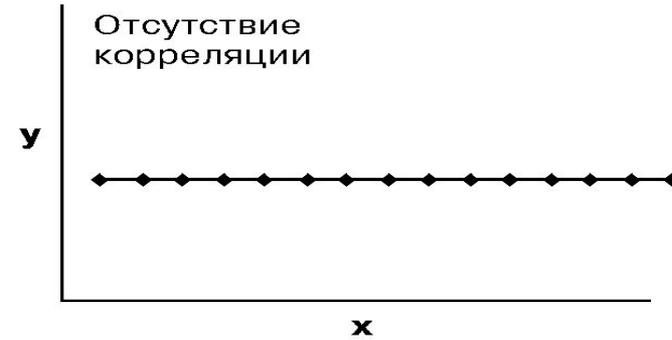
## **ДОСТОИНСТВА:**

- Наглядность и простота оценки связей между двумя переменными.

## **НЕДОСТАТКИ:**

- К оценке диаграммы следует привлекать тех, кто владеет информацией о продукции, чтобы исключить неправильное использование этого инструмента.

# Типичные виды корреляции



# **Диаграмма разброса (корреляции).**

## **Правила построения**

- Определить, между какими парами данных необходимо установить наличие и характер связи. Желательно не менее 25–30 пар данных.
- Для сбора данных подготовить бланк таблицы (листок регистрации), предусмотрев в нем графы для порядкового номера наблюдения  $i$ ; независимой переменной характеристики, называемой аргументом  $x$ ; зависимой переменной, называемой функцией (откликом)  $y$ .
- По результатам наблюдения заполнить листок регистрации данных.
- По полученным данным построить график в координатах  $x$ - $y$  и нанести на него данные. Длина осей, равная разности между максимальными и минимальными значениями для  $x$  и  $y$ , по вертикали и по горизонтали должна быть примерно одинаковой, тогда диаграмму будет легче читать.
- Нанести на диаграмму все необходимые обозначения. Данные, отраженные на диаграмме, должны быть понятны любому человеку, а не только тому, кто делал диаграмму.
- В этом случае при осуществлении контроля причинных факторов  $x$  (откликов) характеристика  $y$  (функция) будет оставаться стабильной.

# Диаграмма разброса (корреляции)

- *Диаграмма разброса* — это точечная диаграмма в виде графика, получаемого путем нанесения в определенном масштабе экспериментальных, полученных в результате наблюдений, точек. Координаты точек на графике соответствуют значениям рассматриваемой величины и влияющего на него фактора. Расположение точек показывает наличие и характер связи между двумя переменными (например, скорость и расход бензина, или выработанные часы и выход продукции).
- По полученным экспериментальным точкам могут быть определены и числовые характеристики связи между рассматриваемыми случайными величинами: коэффициент корреляции и коэффициенты регрессии.

## **Примечание**

- Следует отметить, что если две переменные кажутся связанными, это не означает, что они таковыми являются. Если данные не кажутся связанными, это не означает, что они не связаны: просто приведено недостаточно данных или данные следует разбить по классам и построить по каждому классу свою диаграмму, а возможно допущена большая ошибка при измерении и т. д.

# ***Метод стратификации (расслаивания данных)***

*Применяется везде, где требуется проведение анализа точности и стабильности процесса, наблюдение за качеством продукции, отслеживание существенных показателей производства.*

## **ЦЕЛЬ:**

- Контроль протекающих процессов и выявление проблем путем расслаивания (группировки) данных и обработки каждой группы в отдельности.

## **СУТЬ:**

- *Метод стратификации* (расслаивания статистических данных) — инструмент, позволяющий произвести селекцию данных, отражающую требуемую информацию о процессе в соответствии с различными факторами.
- При разделении данных на группы в соответствии с их особенностями, группы именуют слоями (стратами), а сам процесс разделения — расслаиванием (стратификацией).

# **Метод стратификации (расслаивания данных)**

- **ПЛАН ДЕЙСТВИЙ:**
- На практике *метод стратификации* используют многократно, расслаивая данные по различным признакам и анализируя возникающую при этом разницу.
- Сбор данных следует вести с применением *контрольных листов*.
- При проведении расслаивания необходимо, чтобы соблюдались два условия:
  - различия между значениями случайной величины внутри слоя (дисперсия) должны быть как
  - можно меньше по сравнению с различием ее значений в нерасслоенной исходной совокупности, т. е. разброс данных внутри слоев должен быть меньше, чем до их расслоения;
  - различие между слоями (различия между средними значениями случайных величин слоев) должно быть как можно больше.

# **Метод стратификации (расслаивания данных)**

*В Японии говорят:*

*«Без расслаивания нет прогресса контроля качества».*

Существуют различные методы расслаивания данных, применение которых зависит от конкретных задач. Например, данные, относящиеся к изделию, производимому в цехе на рабочем месте, могут в какой-то мере различаться в зависимости от исполнителя, используемого оборудования, методов проведения рабочих операций, температурных условий и т. д. Если осуществлять стратификацию по факторам, порождающим эти различия, легко выявить главную причину их появления, уменьшить их и добиться повышения качества продукции.

В торговле может быть проведено расслаивание по районам, фирмам, продавцам, видам товара, сезонам и пр.

# ***Метод стратификации (расслаивания данных)***

- **РЕЗУЛЬТАТ:**
- Полученные данные служат источником информации в процессе анализа и улучшения качества процессов с использованием различных статистических методов: гистограмм, диаграмм Парето, причинно-следственных диаграмм, контрольных карт.
- **ДОСТОИНСТВА:**
- При умелой группировке по факторам можно быстро и с минимальными затратами находить решения достаточно сложных проблем.
- **НЕДОСТАТКИ:**
- Ошибки при выборе факторов расслаивания.

# **Метод стратификации (расслаивания данных)**

**Концепция пяти «М»** используется для расслоения данных в производстве:

1. *Люди (man)*: мотивация; обучение; трудовой коллектив; квалификация; пол; стаж работы.
2. *Машины/оборудование (machine)*: новое/старое оборудование; марка оборудования; конструкции; фирма-производитель оборудования; приспособления.
3. *Материал (material)*: покупные материалы (сырье, комплектующие изделия); фирма-производитель; партия; качество сырья.
4. *Метод (method)*: системы; организация; стиль руководства; технология.
- 5а. *Окружающая среда (milieu)*: условия работы
- 5б. *Измерения (measurement)*: метод измерения; тип измерительных средств; точность измерительных средств.

**Концепция пяти «Р»** используется для расслоения данных в сфере услуг и учитывает следующие факторы:

1. *Персонал (peoples)*: обучение персонала; мотивация персонала; отбор персонала (профессионализм; вежливость; коммуникабельность; надежность; оперативность; инициативность; уверенность; честность и порядочность).
2. *Процедуры услуг (procedures)*: быстрое обслуживание; индивидуализация обслуживания; создание сети отделений; стандартные сервисные модули; приемлемые условия ожидания; предварительные заказы; дифференцированное ценообразование.
3. *Потребители, «покровители», (patrons)*: отзывы других потребителей; личные потребности; опыт.
4. *Место производства и предоставления услуг (place)*: оборудование; помещение.
5. *Поставщики, осуществляющие снабжение (provision)*: уровень организации поставок (соблюдение графика поставок; ритмичность поставок; гарантия); степень лояльности, честность и порядочность; перспективность поставщика (способность к самофинансированию, инициативность при ужесточении нормативов по качеству, способность работать в условиях жесткой конкуренции); уровень качества поставляемой продукции (качество продукции в состоянии поставки, стабильность входного уровня качества).

**Концепция четырех «Р»** или программа-маркетинг – это совокупность маркетинговых решений, принимаемых руководителями для реализации стратегии позиционирования и решения поставленных задач:

1. *Решения в области товара (product)*: ассортимент товара; рабочие характеристики товара; особенности товара; конструкция товара; предоставление товара; размеры; торговая марка.
2. *Решения в области ценообразования (price)*: прейскурантная цена; скидки; компенсации; региональные цены; условия оплаты; условия выдачи кредита.
3. *Решения в области продвижения (promotion)*: торговый персонал; реклама; связи с общественностью; потребительское продвижение; торговое продвижение; прямой маркетинг.
4. *Решения в области распределения (place)*: выбор канала; охват рынка; многообразие каналов; направленность распределения; плотность распределения; дилерская поддержка.